



**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR  
BERBASIS IoT DENGAN PELACAKAN GPS DAN *GEO-  
FENCING***

**TUGAS AKHIR  
APLIKATIF**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**  
**MUHAMAD NARA UTAMA  
41422110037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2026**



**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR  
BERBASIS IoT DENGAN PELACAKAN GPS DAN *GEO-  
FENCING***

**TUGAS AKHIR  
APLIKATIF**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**  
**MUHAMAD NARA UTAMA**  
**41422110037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2026**

## HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMAD NARA UTAMA  
NIM : 41422110037  
Fakultas/Program Studi : TEKNIK / TEKNIK ELEKTRO

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

**“RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR BERBASIS IoT DENGAN PELACAKAN GPS DAN GEO-FENCING”** adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 4 Agustus 2026



Muhamad Nara Utama.

## HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

**Nama** : **Muhamad Nara Utama**

**NIM** : **41422110037**

**Program Studi** : **Teknik Elektro**

**Judul Tugas Akhir / Tesis**

**/ Praktek Keinsinyuran** : **RANCANG BANGUN SISTEM  
KEAMANAN SEPEDA MOTOR  
BERBASIS IOT DENGAN  
PELACAKAN GPS DAN GEO-  
FENCING**

Telah dilakukan pengecekan Similarity menggunakan aplikasi/sistem Turnitin pada **Kamis, 13 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **11 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 13 Agustus 2026

Administrator Turnitin,



**Itmam Haidi Syarif**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : MUHAMAD NARA UTAMA  
NIM : 41422110037  
Fakultas/Program Studi : TEKNIK / TEKNIK ELEKTRO  
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN  
SEPEDA MOTOR BERBASIS IoT DENGAN  
PELACAKAN GPS DAN GEO-FENCING

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 4 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:  
Pembimbing

  
Dian Rusdiyanto, S.T., M.T.  
NUPTK: 1636768669130272

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 4 Agustus 2026

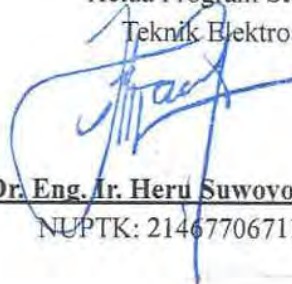
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT  
NUPTK: 6639750651230132

Ketua Program Studi  
Teknik Elektro



Dr. Eng. Ir. Heru Suwovo, ST., M.Sc  
NUPTK: 2146770671130403

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Dr. Eng. Ir. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Bapak Dian Rusdiyanto, S.T. M.T., selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberikan arahan, bimbingan, dan masukan yang sangat berharga dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staf di Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa studi.
6. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan material kepada penulis.
7. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, motivasi, dan dukungan kepada penulis.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 4 Agustus 2026



Muhamad Nara Utama

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Nara Utama  
NIM : 41422110037  
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN  
SEPEDA MOTOR BERBASIS IoT DENGAN  
PELACAKAN GPS DAN *GEO-FENCING*

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

**MERCU BUANA**

Jakarta, 4 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Muhamad Nara Utama

# **RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR BERBASIS IoT DENGAN PELACAKAN GPS DAN GEO-FENCING**

**MUHAMAD NARA UTAMA**

## **ABSTRAK**

Pencurian sepeda motor yang masih sering terjadi mendorong penelitian ini dilakukan untuk merancang dan menguji sistem keamanan tambahan berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dipadukan dengan modul SIM7600, dilengkapi fitur pelacakan GPS dan geo-fencing. Variabel yang diamati meliputi akurasi lokasi GPS yang dihitung dari rata-rata error, standar deviasi, dan RMSE, keberhasilan kendali relay dan buzzer dari jarak jauh, waktu tunda pengiriman notifikasi WhatsApp, serta ketepatan sistem dalam mendeteksi status kendaraan terhadap radius geo-fencing.

Perhitungan jarak antara titik pusat geo-fencing dan posisi kendaraan menggunakan rumus Haversine, yaitu metode perhitungan jarak antar dua koordinat geografis yang umum digunakan pada penelitian-penelitian berbasis GPS. Pengujian dilakukan langsung di lapangan pada titik dan kondisi yang telah ditentukan sebelumnya, dengan rincian tiga puluh data uji akurasi GPS yang diambil dari tiga kondisi lingkungan berbeda (area terbuka, di bawah atap, dan dekat bangunan), masing-masing diuji sepuluh kali pada titik yang berbeda-beda, sepuluh kali percobaan relay dan buzzer pada rentang jarak 50 sampai 500 meter, empat titik uji geo-fencing, dan sepuluh kali pengukuran waktu tunda notifikasi. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung rata-rata, standar deviasi, dan RMSE untuk data akurasi GPS, serta persentase keberhasilan dan rata-rata waktu untuk pengujian lainnya.

Hasil pengujian menunjukkan seluruh tiga puluh percobaan berhasil memperoleh koordinat GPS tanpa kegagalan pembacaan (100%), dengan rata-rata error 6,12 meter, standar deviasi 3,55 meter, dan RMSE 7,05 meter. Relay dan buzzer berhasil merespons pada seluruh percobaan (10 dari 10) di rentang jarak yang diuji, waktu tunda pengiriman notifikasi WhatsApp rata-rata 25,06 detik, dan sistem membutuhkan waktu rata-rata 28,29 detik untuk kembali berfungsi normal, sedangkan deteksi status geo-fencing tepat pada seluruh titik uji. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun mampu bekerja secara mandiri dan cukup responsif sebagai lapisan keamanan tambahan pada sepeda motor, meskipun akurasi GPS masih menurun ketika berada di area tertutup atau terhalang bangunan.

**Kata kunci:** GPS Tracker, Geo-Fencing, Internet of Things, ESP32, Keamanan Sepeda Motor

# **RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR BERBASIS IoT DENGAN PELACAKAN GPS DAN GEO-FENCING**

**MUHAMAD NARA UTAMA**

## **ABSTRACT**

*Motorcycle theft remains a common problem, which is the main reason this study was conducted to design and test an additional IoT-based security system built around an ESP32 microcontroller paired with a SIM7600 module, equipped with GPS tracking and geo-fencing features.*

*The observed variables include GPS location accuracy, calculated through average error, standard deviation, and RMSE; the success rate of remote relay and buzzer control; the delay time of WhatsApp notification delivery; and the accuracy of the system in detecting vehicle status relative to the geo-fencing radius. The distance between the geo-fencing center point and the vehicle's position is calculated using the Haversine formula, a distance calculation method for two geographic coordinates that is commonly applied in GPS-based studies. Testing was carried out directly in the field at predetermined points and conditions, consisting of thirty GPS accuracy test data collected from three different environmental conditions (open area, under a roof, and near buildings), each tested ten times at different points, ten trials of relay and buzzer at distances ranging from 50 to 500 meters, four geo-fencing test points, and ten notification delay measurements. The collected data were analyzed using a descriptive quantitative approach by calculating the average, standard deviation, and RMSE for GPS accuracy data, as well as the success percentage and average time for the other tests.*

*The test results show that all thirty trials successfully obtained GPS coordinates without any reading failure (100%), with an average error of 6.12 meters, a standard deviation of 3.55 meters, and an RMSE of 7.05 meters. The relay and buzzer responded successfully in all trials (10 out of 10) across the tested distance range, the average delay time for WhatsApp notification delivery was 25.06 seconds, and the system required an average of 28.29 seconds to return to normal operation, while geo-fencing status detection was accurate at all test points. These results indicate that the developed system is able to operate independently and respond reasonably well as an additional security layer for motorcycles, although GPS accuracy still decreases in enclosed areas or areas obstructed by buildings.*

**Keywords:** GPS Tracker, Geo-Fencing, Internet of Things, ESP32, Motorcycle Security

## DAFTAR ISI

|                                                                                         |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>HALAMAN SAMPUL</b> .....                                                             | 0    |
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                                                              | i    |
| <b>HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI</b> .....                                            | ii   |
| <b>HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN</b> .....                                | iii  |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                                                         | iv   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                                             | v    |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS<br/>AKHIR DI REPOSITORI UMB</b> ..... | vi   |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                                                    | vii  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                                   | viii |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                                                 | ix   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                                               | xii  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                                              | xiii |
| <b>BAB I</b> .....                                                                      | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                                                               | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                                              | 2    |
| 1.3. Tujuan .....                                                                       | 3    |
| 1.4. Batasan Masalah.....                                                               | 3    |
| 1.5. Sistematika Penulisan .....                                                        | 3    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                                                    | 5    |
| 2.1. IoT ( <i>Internet of Things</i> ).....                                             | 5    |
| 2.2. GPS ( <i>Global Positioning System</i> ) .....                                     | 6    |
| 2.3. <i>Geo-fencing</i> .....                                                           | 7    |
| 2.4. Platform dan Mikrokontroler .....                                                  | 8    |
| 2.5. Penelitian Terdahulu .....                                                         | 11   |

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM .....</b>                         | <b>17</b> |
| 3.1. Tahapan penelitian .....                                                  | 17        |
| 3.2. Arsitektur Sistem.....                                                    | 18        |
| 3.2.1. Prinsip Kerja Alat.....                                                 | 20        |
| 3.2.2. Arsitektur komunikasi.....                                              | 21        |
| 3.3. Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....                     | 22        |
| 3.4. <i>Flowchart</i> .....                                                    | 22        |
| 3.5. Perancangan perangkat keras ( <i>Hardware</i> ).....                      | 24        |
| 3.6. Algoritma <i>geo-fencing</i> .....                                        | 25        |
| 3.6.1. Koordinat pusat <i>geo-fencing</i> .....                                | 25        |
| 3.6.2. Koordinat kendaraan .....                                               | 25        |
| 3.6.3. Persamaan perhitungan jarak (Rumus Haversine) .....                     | 26        |
| 3.6.4. Interval pembacaan GPS .....                                            | 27        |
| 3.6.5. Syarat sistem menyatakan kendaraan keluar area .....                    | 27        |
| 3.6.6. Mekanisme penyaringan data GPS .....                                    | 28        |
| 3.6.7. Tindakan sistem setelah pelanggaran <i>geo-fencing</i> terdeteksi ..... | 28        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                       | <b>29</b> |
| 4.1. Realisasi Alat .....                                                      | 29        |
| 4.2. Realisasi <i>software</i> .....                                           | 30        |
| 4.3. Gambaran umum pengujian sistem.....                                       | 31        |
| 4.4. Hasil percobaan GPS.....                                                  | 33        |
| 4.4.1. Error minimum dan maksimum .....                                        | 35        |
| 4.4.2. Rata-rata error .....                                                   | 35        |
| 4.4.3. Standar deviasi .....                                                   | 35        |
| 4.4.4. RMSE ( <i>Root Mean Square Error</i> ) .....                            | 36        |
| 4.4.5. Jumlah keberhasilan memperoleh posisi.....                              | 36        |

|                       |                                                                           |    |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.5.                  | Hasil percobaan relay .....                                               | 36 |
| 4.6.                  | Hasil percobaan buzzer .....                                              | 37 |
| 4.7.                  | Percobaan <i>tracking</i> lokasi dan pengiriman notifikasi WhatsApp ..... | 38 |
| 4.8.                  | Hasil percobaan <i>geo-fencing</i> .....                                  | 39 |
| 4.9.                  | Analisis alat .....                                                       | 40 |
| <b>BAB V</b>          | <b>PENUTUP</b> .....                                                      | 42 |
| 5.1.                  | Kesimpulan .....                                                          | 42 |
| 5.2.                  | Saran .....                                                               | 43 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> | .....                                                                     | 44 |
| <b>LAMPIRAN</b>       | .....                                                                     | 47 |



## DAFTAR TABEL

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1. Tinjauan Pustaka Terdahulu.....     | 12 |
| Tabel 4. 1. ujicoba GPS pada area terbuka ..... | 33 |
| Tabel 4. 2. Ujicoba GPS di bawah atap .....     | 34 |
| Tabel 4. 3. Ujicoba GPS di dekat bangunan ..... | 34 |
| Tabel 4. 4. Ujicoba relay .....                 | 37 |
| Tabel 4. 5. Ujicoba buzzer .....                | 37 |
| Tabel 4. 6. Ujicoba geo-fencing.....            | 39 |
| Tabel 4. 7. Waktu delay alat.....               | 40 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1. IoT .....                               | 5  |
| Gambar 2. 2. GPS .....                               | 6  |
| Gambar 2. 3. Geo-fencing.....                        | 8  |
| Gambar 2. 4. Blynk .....                             | 9  |
| Gambar 2. 5. web interface .....                     | 10 |
| Gambar 2. 6. ESP32 .....                             | 10 |
| Gambar 3. 1. Tahapan penelitian .....                | 17 |
| Gambar 3. 2. Blok Diagram .....                      | 19 |
| Gambar 3. 3. Arsitektur komunikasi .....             | 21 |
| Gambar 3. 4. Perangkat Lunak.....                    | 22 |
| Gambar 3. 5. Flowchart.....                          | 23 |
| Gambar 3. 6. Wiring Diagram.....                     | 24 |
| Gambar 4. 1. Tampilan alat dari luar .....           | 29 |
| Gambar 4. 2. Tampilan alat dari dalam.....           | 30 |
| Gambar 4. 3. Tampilan serial monitor .....           | 31 |
| Gambar 4. 4. Penempatan alat pada motor .....        | 32 |
| Gambar 4. 5. Ujicoba GPS.....                        | 33 |
| Gambar 4. 6. Ujicoba notifikasi WhatsApp .....       | 38 |
| Gambar 4. 7. Prosedur HTTP pada serial monitor ..... | 41 |